

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-217434

(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

B23K 1/00

B23K 1/20

B23K 35/26

(21)Application number : 2001-011603

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 19.01.2001

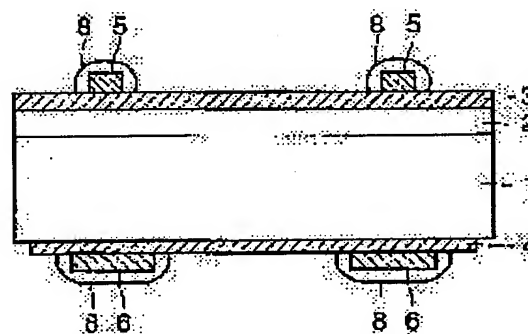
(72)Inventor : TANAKA SATOSHI

## (54) SOLAR CELL, INTERCONNECTOR AND STRING FOR THE SOLAR CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solar battery which can maintain proper cell characteristics and is coated with a lead-free solder which does not contain lead.

SOLUTION: This solar battery includes electrodes 5, 6 which are coated with a lead-free solder which does not contain lead.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]



[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217434

(P2002-217434A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 1 L 31/04		B 2 3 K 1/00	3 3 0 E 5 F 0 5 1
B 2 3 K 1/00	3 3 0	1/20	F
1/20		35/26	3 1 0 A
35/26	3 1 0	H 0 1 L 31/04	H

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-11603(P2001-11603)

(22) 出願日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 田中 聡

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

Fターム(参考) 5F051 AA02 CB13 CB15 CB20 CB27

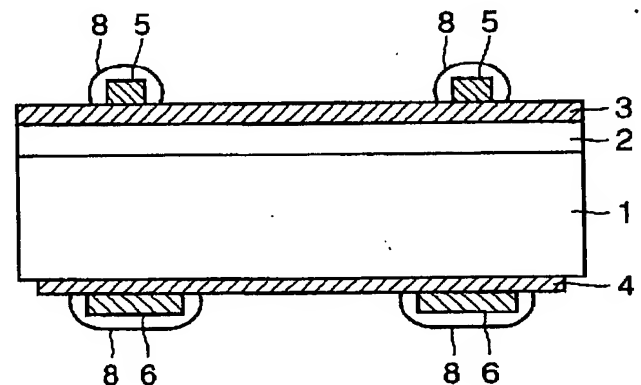
CB30 EA02 FA06 FA10

(54) 【発明の名称】 太陽電池、太陽電池用インターコネクターおよびストリング

(57) 【要約】

【課題】 良好なセル特性を維持し、かつ、電極を鉛を含まない鉛フリーはんだによりコーティングした太陽電池を提供すること。

【解決手段】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極5、6を有する太陽電池。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池。

【請求項2】 前記電極が、ペーストを焼成することにより形成された電極であることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項3】 前記電極が、金属蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成された電極であることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項4】 前記鉛フリーはんだは、 $\text{Sn}-\text{Bi}-\text{Ag}$ 系はんだであることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項5】 前記鉛フリーはんだは、 $\text{Sn}-\text{Ag}$ 系はんだであることを特徴とする請求項1記載の太陽電池。

【請求項6】 前記ペーストは、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化物と、を含有することを特徴とする請求項2記載の太陽電池。

【請求項7】 樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池。

【請求項8】 鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクター。

【請求項9】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクターで配線したストリング。

【請求項10】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだと、は同じ組成である請求項9記載のストリング。

【請求項11】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にBiを含有する請求項9記載のストリング。

【請求項12】 前記Biの含有量が、3～89重量%である請求項4記載の太陽電池。

【請求項13】 前記Biの含有量が、3～89重量%である請求項11記載のストリング。

【請求項14】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にAgを含有する請求項9記載のストリング。

【請求項15】 前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%である請求項5記載の太陽電池。

【請求項16】 前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%である請求項14記載のストリング。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、太陽電池、特に鉛

2

フリーはんだでコーティングした太陽電池およびストリングとその材料に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 はんだコーティングを行う場合における太陽電池の構造を図1に示す。エッチングが行われたP型シリコン基板1の受光面となる片面側にn型拡散層2が形成されており、さらに、そのn型拡散層2の上に表面反射率を低減させるための反射防止膜3が形成されている。一方、P型シリコン基板1の裏面には、裏面アルミ電極4が形成されている。さらに、P型シリコン基板1の裏面の一部と、受光面側の反射防止膜3には銀電極5、6が形成されている。そして、銀電極5、6に対しては、はんだ層7によるコーティングが施されている。

【0003】 このような太陽電池は図2に示すような方法により製造されていた。すなわち、結晶系シリコンの場合は、まずP型シリコン基板1に対してエッチングを行う。これが基板エッチング工程である。そして、エッチングを行ったP型シリコン基板1に対して、受光面となる片面側にn型拡散層2を形成するn型拡散層形成工程を行い、その上に表面反射率を低減させるための反射防止膜3を形成する反射防止膜形成工程を行う。

【0004】 そして、P型シリコン基板1の裏面には、Alペーストをスクリーン印刷法により、ほぼ全面に印刷し、乾燥させた後、高温で酸化性雰囲気中で焼成して裏面アルミ電極4を形成する。これが裏面アルミペースト印刷・乾燥・焼成工程である。

【0005】 さらにスクリーン印刷法により、P型シリコン基板1の裏面の一部と、受光面側の反射防止膜へ銀ペーストをパターン状に印刷し、高温で酸化性雰囲気中で焼成して銀電極5、6を形成する。すなわち、裏面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる裏面銀ペースト印刷・乾燥工程を行い、焼成させて銀電極6を形成し、さらに、受光面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる受光面側銀ペースト・乾燥工程を行い、焼成させて銀電極5を形成する。なお、銀電極5と銀電極6とを焼成させる場合は同時に焼成させる同時焼成工程を行うことが可能である。その後、上述のようにして形成される太陽電池素子を、活性剤を含むフラックスへ常温で数10秒間浸漬させる。これがフラックス浸漬工程である。太陽電池素子をフラックスへ浸漬させた後、温風乾燥させ、約195℃の2重量%銀入りの6：4共晶はんだ浴に約1分間浸漬して、銀電極5、6に対して、はんだ層7によるコーティングを行う。これがはんだコーティング工程である。

【0006】 はんだ層7によるコーティングが完了した後は、常温水中もしくは温水中での超音波洗浄を数回繰り返した後、最後に純水リンスを行い、温風乾燥を行う。これが洗浄・乾燥工程である。上述した工程により、太陽電池を製造が製造されるのである。

【0007】 一方、太陽電池をインターコネクターで接

50

(3)

3

続させたストリングは図3に示される。すなわち、図3は、従来のストリングを示す図で、太陽電池10の表面主電極11は6:4はんだでコーティングされており、複数の太陽電池10が、6:4はんだでコーティングされたインターコネクタ12で接続されている。このようなストリングは下記に示すような方法にて製造されていた。すなわち、銅リード線に6:4共晶はんだをコーティングしたインターコネクタ12を太陽電池10の主電極11に重ねて400℃程度の熱風吹付けにより溶融・冷却固化することにより接続する。これを表、裏と繰返してストリングを作製し、太陽電池モジュールの製造に供していた。

【0008】近年、環境問題の観点から、鉛の人体への害が問題視され、種々のデバイスから鉛を使用しない方向に開発が進んでいる。そして、太陽電池の製造においても、鉛を含有しない鉛フリーの状態での製造を行うことが業界から強く切望されている。

【0009】しかしながら、これまで鉛フリーのはんだを用いた太陽電池は生産されていなかった。たとえば、従来の6:4共晶はんだから鉛を除いたSn浴ではんだコーティングをおこなったところ、銀ペースト焼結体中の銀がSn浴中に取込まれてしまい、電極が所々で消滅し太陽電池化できないという問題があった。これはSnの融点が231.9℃と、6:4共晶はんだの183℃に比べ約50℃も高温となったためだと考えられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の問題を解決するためのものであり、良好なセル特性を維持し、かつ、鉛を含まない鉛フリーはんだによりコーティングした太陽電池を提供することにある。また、本発明は、鉛フリーはんだでコーティングしたリード線を有するインターコネクタを提供するとともに、そのようなインターコネクタで太陽電池を接続した、信頼性を有するストリングを提供することをも目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。

【0012】また、本発明に係る太陽電池は、前記電極が、ペーストを焼成することにより形成された電極であることを特徴とする太陽電池である。

【0013】また、本発明に係る太陽電池は、前記電極が、金属蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成された電極であることを特徴とする太陽電池である。

【0014】また、本発明に係る太陽電池は、前記鉛フリーはんだは、Sn-Bi-Ag系はんだであることを特徴とする太陽電池である。

【0015】また、本発明に係る太陽電池は、前記鉛フリーはんだは、Sn-Ag系はんだであることを特徴と

4

する太陽電池である。

【0016】また、本発明に係る太陽電池は、前記ペーストは、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化合物と、を含有することを特徴とする太陽電池である。

【0017】また、本発明に係る太陽電池は、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。

【0018】また、本発明に係る太陽電池用インターコネクタは、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタである。

【0019】また、本発明に係るストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタで配線したストリングである。

【0020】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだと、は同じ組成であるストリングである。

【0021】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にBiを含有するストリングである。

【0022】また、本発明に係る太陽電池は、前記Biの含有量が、3～89重量%である太陽電池である。

【0023】また、本発明に係るストリングは、前記Biの含有量が、3～89重量%であるストリングである。

【0024】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にAgを含有するストリングである。

【0025】また、本発明に係る太陽電池は、前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%である太陽電池である。

【0026】また、本発明に係るストリングは、前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%であるストリングである。

【0027】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。太陽電池の電極に対してコーティングすることにより、電極を機械的な衝撃および雰囲気中の湿度から保護することが可能である。また、太陽電池の電極に対してコーティングすることにより、太陽電池同士をインターコネクタにて接続する際に配線を容易にすることが可能である。

(4)

5

【0028】図4は本発明に係る太陽電池で、はんだ層8以外は図1の従来の太陽電池と同じである。すなわち、はんだ層8は、従来は6:4共晶はんだであるはんだ層7であったが、本実施例では鉛フリーはんだであるはんだ層8である。

【0029】鉛フリーはんだとしては、Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだを使用することが可能である。Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだは、Snはんだよりも融点の低いはんだである。ここで、Sn-Bi-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Bi-Ag系はんだである。また、Sn-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Ag系はんだである。Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3~89重量%であれば好適である。また、Biの含有量が35~60重量%であればさらに好適である。このようにBiの含有量を設定するのは以下の理由によるものである。すなわち、はんだディップ工程を問題なく行うためには、現行のディップ温度である195℃程度で行うことが望ましく、少なくとも特性や信頼性などの点で実用上の限界である225℃以下で行う必要がある。225℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが5~88重量%で、1.3%Ag含有の場合においてはBiが3~89重量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが27~79重量%で、1.8%Ag含有の場合においてはBiが35~60重量%である。以上より、Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3~89重量%であれば好適である。よって、Biの含有量が3~89重量%であれば好適であり、35~60重量%であればさらに好適である。同様にSn-Ag系はんだにおいても、225℃以下の融点となる組成は、Agが3.5~4.5重量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、この系では存在しない。以上よりSn-Ag系はんだにおいて、Agの含有量が3.5~4.5重量%が好適である。

【0030】太陽電池の電極を作製する際に使用する銀ペーストとしては、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒とを主成分とし、塩化イリジウムと酸化りんを含むことを特徴とする銀ペースト材料を使用することができる。また、太陽電池の電極を作製する際に使用するフラックスとしては、ポリアルキルグリコール系樹脂と溶剤のみからなり、活性剤を含まないことを特徴とするフラックス材料を使用することができる。すなわち、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスを使用することができ、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛フリーはんだで電極をコーティングすることができる。

【0031】太陽電池の電極は、ペーストを焼成することにより形成することが可能であり、また、金属蒸着

6

法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成することも可能である。

【0032】また、本発明に係るインターコネクターは、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクターである。

【0033】また、本発明に係るストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされたリード線を有するインターコネクターで配線したストリングである。図5は本発明に係る太陽電池を用いたストリングを示すもので、太陽電池10の表面主電極21は、鉛フリーはんだでコーティングされており、複数の太陽電池10が、鉛フリーはんだでコーティングされたリード線を有するインターコネクター22で接続されている。ここで、太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだとが同じ組成であれば、製造工程における加工が簡単で安定しているという利点が得られる。なお、太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだとが違う組成の場合は、それぞれの融点異なるため、はんだ付け工程での微妙な温度調整が必要となってくる。

【0034】また、太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にAgを含有することにより、以下の効果がある。すなわち、太陽電池に使用される鉛フリーはんだにAgを含めることは、太陽電池のAgペースト電極中に含まれるAgの溶出を著しく遅らせる効果がある。一方、太陽電池電極側はんだにAgが含まれていない場合でも、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだにAgを含めることによって、インターコネクターはんだ付け工程でのAgペースト電極からのAgの溶出を少しでも低減させることが可能である。

【0035】また、太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にBiを含有する場合、太陽電池の電極とインターコネクターのリード線とを、鉛フリーはんだの融点を下げることなしに接続することが可能である。ここで、Biの含有量は、3~89重量%であれば好適であり、35~60重量%であればさらに好適である。同様に、太陽電池に使用される鉛フリーはんだもしくはインターコネクターに使用される鉛フリーはんだの少なくとも一方がSn-Ag系の場合、そのAgの含有量は3.5~4.5重量%が好適である。

【0036】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図4に示されるように、テクスチャエッチングされたP型シリコン基板1の片側表面に、Pの熱拡散によりn型拡散層2を形成



(5)

7

し、その上に反射防止膜3としてプラズマCVD法によりシリコン窒化膜を形成した。裏面に市販のアルミペーストをスクリーン印刷法にて印刷し150℃程度で乾燥の後、空气中で焼成し裏面アルミ電極4を形成した。

【0037】片側表面にn型拡散層2および反射防止膜3を設け、さらに、裏面に裏面アルミ電極4を設けたP型シリコン基板1に対して、銀ペースト焼成、蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法にて、電極形成を行うことができる。

【0038】銀ペースト焼成により電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、表1の組成からなる銀ペーストをペースト法にて、P型シリコン基板1の裏面の所定位置に約30ミクロン厚に印刷し、150℃で約4分乾燥する。次いでP型シリコン基板1の受光面側へ銀ペーストをパターン状に印刷して乾燥後、600℃の温度条件下、酸化性雰囲気中で2分間焼成することにより表裏面の銀電極5、6を形成することができる。

【0039】

【表1】

成 分	比率 (wt%)
銀粉	79
ガラスフリット	2.5
有機ビヒクル	7.5
五酸化りん	0.1
溶剤	10.895
塩化イリジウム	0.005

【0040】また、蒸着法により電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、反射防止膜表面にレジスト法により、所定のパターンを抜き、HFで反射防止膜をエッチング除去して、乾燥させた後、70℃程度の温度条件下で、Ti、Pd、Agの順にそれぞれ0.1、0.1、1μmの厚さで蒸着を行う。その後、レジストを剥離させた後、350℃の温度条件下、窒素中で熱処理を行うことにより銀電極を形成することができる。なお、スパッタリング法にて銀電極を形成する場合においても、電極形成の手順は蒸着法による手順と同様に行うことが可能である。

【0041】また、めっき法にて電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、反射防止膜表面にレジスト法により、所定のパターンを抜

8

\* き、HFで反射防止膜をエッチング除去を行う。そして、めっき前処理を行った後、Ni、Agの無電解めっきをそれぞれ0.5、2.5μmの厚さで形成する。その後レジスト剥離を行い、150℃窒素中で熱処理することにより銀電極を形成することができる。

【0042】銀電極を形成させた太陽電池セルを、表2の組成のフラックス中へ浸漬し、熱風乾燥後、表3に示す組成のはんだ浴に浸漬し、はんだ層8を形成することができる。はんだには濡れ性向上のため微量のりんやアンチモン、ガリウムを含有させることが可能である。その後、純水もしくは温純水でリンスを行った後、乾燥させ太陽電池を完成させた。なお、表3には鉛フリーはんだとして、Sn-Bi-Ag系はんだと、Sn-Ag系はんだとが記載してあるが、いずれのものであっても電極を被覆することができる。

【0043】

【表2】

成 分	比率 (wt%)
ポリアルキルグリコール系樹脂	49.9
アルコール	49.9
アミン系安定剤	0.2

【0044】

【表3】

鉛フリーはんだ	ディップ温度 (°C)
Sn-Bi-Ag 系	193
Sn-Ag	222

【0045】この太陽電池の特性検査を行い、FF値が0.69以下のものを不良と判定した。銀ペースト焼結体のはんだ浴に食われる現象、すなわち、銀ペースト焼結体中の銀がSn浴中に取り込まれてしまい電極が所々で消滅して太陽電池化できないという現象が発生した際には、FF値が大幅に低下し、不良を容易に判断できる。従来法としてのSnのみ浴との比較結果を表4に示す。電極の形成は、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のそれぞれの形成方法を使用した。なお試験数は5であった。本発明に係るめっき組成は、Sn-Bi-Ag系はんだ、もしくは、Sn-Ag系はんだの双方にて電極の被覆を行った。

【0046】

【表4】

	はんだ組成	FF 不良数			
		ペースト焼成法	蒸着法	スパッタリング法	めっき法
本発明	表3	0/5	0/5	0/5	0/5
従来法	Snのみ	5/5	5/5	5/5	5/5

【0047】はんだ組成が、Sn-Bi-Ag系もしくはSn-Ag系のいずれの場合、電極形成方法にかかわらず、FF値において不良と判定されるものはなかつ

た。一方、はんだ組成が、Snのみの場合は、電極形成方法がいずれの場合であっても、試験数5の全てにおいてFF値の不良が判定された。

(6)

9

【0048】したがって、Snはんだに比べて低温化はんだであるSn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだを使用することにより、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のうちのいずれの電極形成方法であっても、金属電極に対して良好なはんだコーティングが可能であることが理解できる。

【0049】なお、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のうちのいずれの電極形成方法であっても、銀を上層金属とする代わりに、銅などを上層金属として使用することができる。なお、上層金属とは、めっき法や蒸着法の場合、2～3種類の金属を順番に形成することが一般的であるが、その際の最も外側の層にある金属のことである。また、めっき法においては無電解めっきのみならず電解めっき法にても電極形成を行うことができる。また、本発明に係る太陽電池は、はんだ材料を変更するのみであり、何ら複雑さは無く、従来の\*

10

\* 太陽電池形成工程を全てそのまま適用することができる。

【0050】（実施の形態2）鉛フリーはんだ材料に対する銀ペースト材料の比較を行った。銀ペーストとしては、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化合物と、を含有する銀ペーストを使用した。具体的には、表1に記載された銀ペースト（DuPont社8050S）を用いた。セル化の手順としては実施の形態1で記載したのと同様のセル化手順を使用した。なお、電極形成手法としては実施の形態1と同様の手法を用いた。FF値についての評価手法としても実施の形態1にて説明した通りである。結果を表5に示す。試験数は5とした。

【0051】

【表5】

	はんだの組成	FF不良数	
		表1記載の銀ペースト	市販の銀ペースト
本発明	表3	0/5	5/5
従来法	Snのみ	5/5	5/5

【0052】はんだ材料としては、Sn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだのいずれのはんだを使用した場合においても、表1記載の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、FF値が不良であるFF不良数は無かった。一方、Snはんだを使用した場合、表1記載の銀ペーストを使用して電極を形成したとしても、試験数5の全てにおいてFF不良であった。なお、Sn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだのいずれのはんだを使用した場合においても、市販の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、試験数5の全てにおいてFF不良であった。また、Snはんだを使用し、市販の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、試験数5の全てにおいてFF不良であった。表5の結果から、市販の銀ペーストを用いて電極を形成した場合、表3に記載されたはんだ浴であっても、はんだコーティングが不十分であることがわかる。

【0053】（実施の形態3）実施の形態3ではフラックス材料の比較を行った。電極形成に使用する銀ペーストは表1に記載されたものを用いた。フラックスは、表2に記載されたフラックスと、市販品のフラックス（サンワ化学製SF-60）と、を使用して両者を比較し ※

※た。なお、市販品のフラックス（サンワ化学製SF-60）はハロゲン化合物を含んでいる。

【0054】セル化の手順としては実施の形態1で記載したのと同様のセル化手順を使用した。なお、電極形成手法としては実施の形態1と同様の手法を用いた。FF値についての評価手法としても実施の形態1にて説明した通りである。試験数は5とした。FF値が不良となる場合のFF不良数を判定した。

【0055】一方、簡易的な信頼性評価として耐湿性試験（85℃、85%RH、500h）後の外観検査を加えた。この耐湿性試験は、はんだコーティングを終えたセルを上記方法にて洗浄乾燥したセルに対して実施するもので、ハロゲンなど腐食性物質の洗浄が不充分であればはんだや銀が変色する、あるいは腐食粉を生成し不良を容易に判別できることがわかっている。耐湿性試験の結果、不良と判別されたものを信頼性不良と判断した。上述のFF不良数の結果と信頼性不良数の結果とを表6に示す。

【0056】

【表6】

	はんだ組成	評価項目	フラックス	
			表2記載	市販品
本発明	表3	FF不良数	0/5	0/5
		信頼性不良数	0/5	4/5
従来法	Snのみ	FF不良数	5/5	5/5
		信頼性不良数	-	-

【0057】表6の結果から、表2記載のフラックスを使用した場合においては、鉛フリーはんだ組成を用いる

と、電極コーティングにおいて不良数が無く、しかも信頼性においても不良数がないことが理解できる。一方、

(7)

11

市販の活性剤を含むフラックスを使用した場合においては、鉛フリーはんだ組成を用いると、電極コーティングはできるものの、信頼性においてはほとんどが不良となり、実用的でないことがわかる。

【0058】（実施の形態4）実施の形態4では、太陽電池の電極を被覆するはんだ組成と、インターコネクタ\*

12

\* 一侧のリード線を被覆するはんだ組成と、の組み合わせることにより、はんだ付け性およびストリング状態での信頼性を評価した。はんだ付けにおいてフラックスは使用していない。結果を表7に示す。

【0059】

【表7】

太陽電池側 はんだ組成	インターコネクタ側 はんだ組成	はんだ付け性	ストリング状態 での信頼性
Sn-Bi-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Bi-Ag	Sn-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Ag	○	○

【0060】結果として、いずれの組合せでもストリングを形成するに際して配線接続が可能であり、しかもストリング状態での信頼性も有していることがわかる。

【0061】

【実施例】図4に示されるような本発明に係る太陽電池を下記のような手法で作製した。すなわち、テクスチャエッチングされた厚さ330ミクロンで、125mm角型のP型シリコン基板1の片側表面に、900℃のPの熱拡散により約50Ω/□の面抵抗値をもつn型拡散層2を形成し、その上に反射防止膜3としてプラズマCVD法により約60nmのシリコン窒化膜を形成した。裏面に市販のアルミペースト4をスクリーン印刷法にて印刷し150℃程度で乾燥のち、空气中700℃で焼成し裏アルミ電極4を形成した。

【0062】続いて、銀ペースト焼成法にて電極を形成した。すなわち、表1の組成からなる銀ペースト6を同法にて裏面の所定の位置に約30ミクロン厚に印刷し150℃で約4分乾燥した。次いで受光面側へ銀ペースト5をパターン状に印刷・乾燥後、600℃、酸性性雰囲気中で2分間焼成することにより表裏面の銀電極を形成した。

【0063】このようにして作製した太陽電池化セルを表2の組成のフラックス中へ常温下1分間浸漬し、100℃1分間の熱風乾燥後、表3に示す組成のはんだ浴に1分間浸漬し、はんだ層8を形成した。はんだには濡れ性向上のため微量のりんやアンチモン、ガリウムが含有される。これを純水、温純水で計5分間のリンスの後、乾燥させ太陽電池を完成させた。

【0064】また、本発明に係るインターコネクタは、所望の組成のはんだ浴に、幅が2mmで厚さが0.2mmの銅線を浸漬し、一定速度で巻取り引出すという方法で製造することが可能である。

【0065】また、本発明に係るストリングは、下記のように製造される。すなわち、図3に示すように、所望の長さにカットしたインターコネクタを太陽電池の受光面電極に接するようにセットし、インターコネクタごと400℃程度の熱風を吹付け、そのはんだ同士をい

ったん融解させた後、冷却・固化することでインターコネクタと太陽電池とを一体化させる。その後、太陽電池の裏面側電極に対しても、太陽電池を反転するなどし、同様の工程を行うことで、本発明に係るストリングを製造することが可能である。

【0066】なお、今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0067】

【発明の効果】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池であり、環境問題を解決しつつ、良好なセル特性を維持し、信頼性の高い太陽電池である。また、本発明に係る太陽電池を、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタで接続したストリングは、環境問題を解決しつつ、信頼性を有するストリングである。本発明に係る太陽電池は、従来の太陽電池を製造する際に、はんだ材料を変更するだけで製造できる。したがって、従来の太陽電池の製造方法を利用することで簡易に本発明に係る太陽電池を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の太陽電池の断面図である。

【図2】 太陽電池の製造工程を説明する図である。

【図3】 従来のストリングを説明する図である。

【図4】 本発明に係る太陽電池の断面図である。

【図5】 本発明に係るストリングを説明する図である。

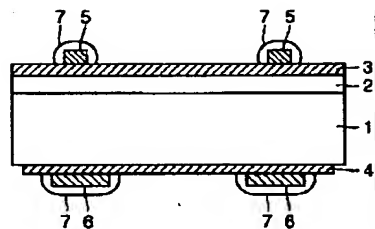
【符号の説明】

1 P型シリコン基板、2 n型拡散層、3 反射防止膜、4 裏面アルミ電極、5, 6 銀電極、7 はんだ層、8 はんだ層、10 太陽電池、11 6:4はんだでコーティングされた主電極、12 6:4はんだでコーティングされたインターコネクタ、21 鉛フリーはんだでコーティングされた主電極、22 鉛フリー

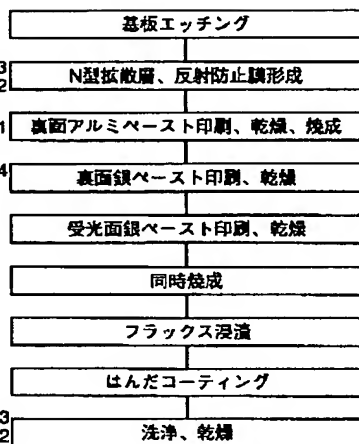
(8)

はんだでコーティングされたインターコネクター。

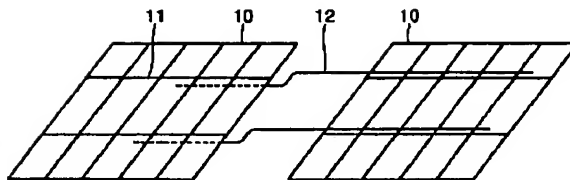
【図 1】



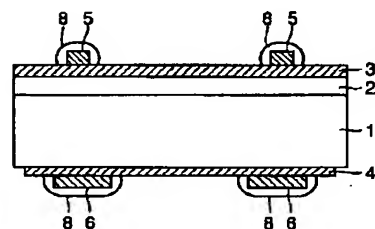
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

